

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení

Tensioning Cables Drive at Rail Pusher

Student:

Tomáš Bajtek

Vedoucí bakalářské práce:

Dr.Ing. Miroslav Bova

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Bajtek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R007 Hydraulické a pneumatické stroje a zařízení
Téma: **Pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení**
Tensioning Cables Drive at Rail Pusher
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte studii historie a současnosti kolejových posunovacích zařízení.
2. Navrhněte varianty řešení.
3. Vybrané řešení rozpracujte do formy projektu.
4. Proveďte technické výpočty.
5. Nakreslete výrobní dokumentaci hydraulického válce.
6. Vypracujte návod na obsluhu a údržbu zařízení.

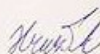
Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] SIVÁK, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1990. 333 s. ISBN 80-7078-037-1.
- [2] PIVOŇKA, J. a kol. *Tekutinové mechanismy*. Praha: SNTL, 1987. 623 s.
- [3] KOPÁČEK, J. *Hydrostatické převodové mechanismy*. Praha: SNTL, 1986. 272 s.
- [4] PAVLOK, B., HRUŽÍK, L., BOVA, M. *Hydraulická zařízení strojů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2007. 116 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr. Ing. Miroslav Bova**

Datum zadání: 11.12.2015
Datum odevzdání: 16.05.2016



doc. Dr. Ing. Lumír Hružík
vedoucí katedry



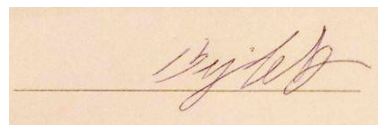
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 16.5.2016

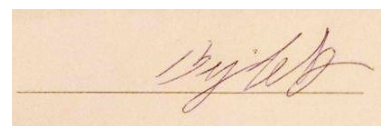
A rectangular box containing a handwritten signature in brown ink on a light-colored background. The signature is stylized and appears to be 'Vojtěch'.

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmů z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, který je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č.111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 16.5.2016



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: Tomáš Bajtek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Nýdek 351, Nýdek, 739 96

Poděkování:

Rád bych poděkoval za cenné rady, příspěvky a odborné vedení Dr. Ing. Miroslavu Bovovi. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Nytrovi, za rady a připomínky při řešení bakalářské práce. V neposlední řadě také děkuji mé rodině, zejména Otci a mé přítelkyni za podporu a zázemí při studiu.

Anotace bakalářské práce

BAJTEK, T. *Pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení: Bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, 2016, 47 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Miroslav Bova.

Předmětem této bakalářské práce je navrhnout pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení. Teoretická část věnuje pozornost studii historie a současnosti kolejových posunovacích zařízení. V závěru teoretické části jsou provedeny návrhy variant řešení. Praktická část bakalářské práce se zaměřuje na technické výpočty zvolené varianty. Dle výpočtů je zvolen příslušný přímočarý hydromotor, který zajišťuje požadované napnutí lanové kladky. Pro tento zvolený hydromotor je vytvořena výkresová dokumentace. V závěru bakalářské práce najdeme vypracovaný návod na obsluhu a údržbu zařízení.

Annotation of bachelor's thesis

BAJTEK, T. *Tensioning Cables Drive at Rail Pusher: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Hydromechanics and Hydraulic Equipment, 2016, 47 p. Thesis supervisor: Dr. Ing. Miroslav Bova.

The purpose of this bachelor's thesis is to design a drive that tightens rope in a shunting rail device. Theoretical part of this work pays attention to history and also the present of the shunting rail devices. In the end of the theoretical part, variants of solutions are suggested. The practical part of the work is focused on technical calculations of the chosen variant. In accordance with the calculations appropriate linear hydraulic motor is chosen, which secures the required tightening of the rope pulley. The documentation is made for the chosen motor. Finally, a manual for the service and maintenance of the device can be found.

Obsah:

Seznam použitých značek a symbolů	9
1. Úvod.....	11
2. Historie posunovací kolejové dopravy.....	12
2.1 Koněspřežné dráhy	12
2.2 Parní lokomotivy.....	13
2.2.1 První parní lokomotiva	13
2.2.2 Výroba parních lokomotiv na našem území.....	13
2.3 Dieselové lokomotivy	15
2.3.1 První dieselová lokomotiva	15
2.4 Moderní posunovací zařízení.....	17
2.4.1 Hnací kolejová zařízení	17
2.4.2 Lanová posunovací zařízení	21
2.4.3 Dynamické manipulátory	25
3. Varianty řešení.....	27
3.1 Napínání kladky pružinou.....	27
3.2 Napínání kladky protizávažím	27
3.3 Napínání kladky přímočarým hydromotorem.....	28
4. Volba řešení.....	29
4.1 Výpočet prodloužení lana	29
4.1.1 Prodloužení lana vlivem zatížení.....	29
4.1.2 Prodloužení lana vlivem teplotní roztažnosti	30
4.1.3 Celkové prodloužení.....	30
4.2 Tabulka porovnání variant řešení dle požadavků	30
5. Technické výpočty	31
5.1 Přepočet hmotnosti na sílu	31

5.2	Výpočet plochy mezikruží přímočarého hydromotoru	32
5.3	Volba přímočarého hydromotoru.....	32
5.4	Skutečná plocha mezikruží	32
5.5	Skutečný tlak na mezikruží.....	32
5.6	Kontrola přímočarého hydromotoru	32
5.7	Návrh elektromotoru a hydrogenerátoru.....	33
5.8	Výpočet skutečného průtoku a rychlosti.....	33
6.	Výrobní dokumentace hydraulického válce.....	34
6.1	Technický popis	34
7.	Obsluha a údržba zařízení.....	35
7.1	Funkční schéma	35
7.2	Specifikace prvků	36
7.3	Popis zařízení.....	36
7.3.1	Volné díly:	37
7.3.2	Technické parametry:	38
7.4	Uvedení do provozu.....	38
7.5	Provozní podmínky přímočarého hydromotoru.....	39
7.6	Obsluha, ošetřování a údržba.....	40
7.7	Požadavky na obsluhu a údržbu.....	40
7.7.1	Obsluha zařízení	41
7.7.2	Údržba zařízení.....	41
7.8	Zásady pro dodržování bezpečnosti práce	42
8.	Závěr	44
	Literatura	45
	Přílohy	47

Seznam použitých značek a symbolů

Značení veličin a jednotek

ZNAČKA	VELIČINA	JEDNOTKA
D	Průměr pístu	mm
d	Průměr pístnice	mm
d_1	Průměr lana	mm
E	Modul pružnosti oceli v tahu	Pa
F	Napínací síla	N
g	Tíhové zrychlení	$m \cdot s^{-2}$
L_0	Délka lana	m
m	Zatížení kladky	kg
n	Otáčky elektromotoru	min^{-1}
P	Výkon elektromotoru	W
p_1	Tlak na mezikruží	Pa
p_{1SK}	Skutečný tlak na mezikruží	Pa
p_{pv}	Nastavený tlak na pojistném ventilu	Pa
Q_g	Průtok hydrogenerátoru	$m^3 s^{-1}$
Q_{gSK}	Skutečný průtok hydrogenerátoru	$m^3 s^{-1}$
S	Plocha průřezu lana	m^2
S_1	Plocha na mezikruží	m^2
S_{1SK}	Skutečná plocha na mezikruží	m^2
V_g	Geometrický objem čerpadla	cm^3
V_{gSK}	Skutečný geometrický objem čerpadla	cm^3
v	Rychlost zasouvání pístnice	$m \cdot s^{-1}$
v_{SK}	Skutečná rychlost zasouvání pístnice	$m \cdot s^{-1}$
α	Koeficient délkové roztažnosti oceli	$^{\circ}C^{-1}$
ΔL	Celkové prodloužení lana	m
ΔL_1	Prodloužení lana vlivem zatížení	m
ΔL_2	Prodloužení lana vlivem teplotní roztažnosti	m
Δt	Rozdíl teplot	$^{\circ}C$
ε	Relativní prodloužení lana	1
η	Účinnost	1
π	Ludolfovo číslo	1
σ	Normálové napětí	MPa
σ_E	Mez pružnosti oceli	MPa

Zkratky

ZKRATKA	VÝZNAM
cca	Cirka (přibližně)
ČKD	Českomoravská-Kolben-Daněk (strojírenský podnik)
PČH	Přímočarý hydromotor

1. Úvod

Lanová posunovací zařízení jsou zařízení s uzavřeným lanovým okruhem, která jsou pevně instalována v kolejišti vleček průmyslových podniků. Slouží k manipulaci se železničními vagony při nakládce a vykládce surovin a zboží. Jednou z podmínek správného chodu lanové kladky je dostatečné předpětí tažného lana. Proto je nezbytnou součástí každého lanového posunovače napínací zařízení.

Úkolem mé bakalářské práce je navrhnout pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení, které by mělo být schopné zajistit požadované napnutí lana, jak při rozběhu, tak i za ustáleného chodu.

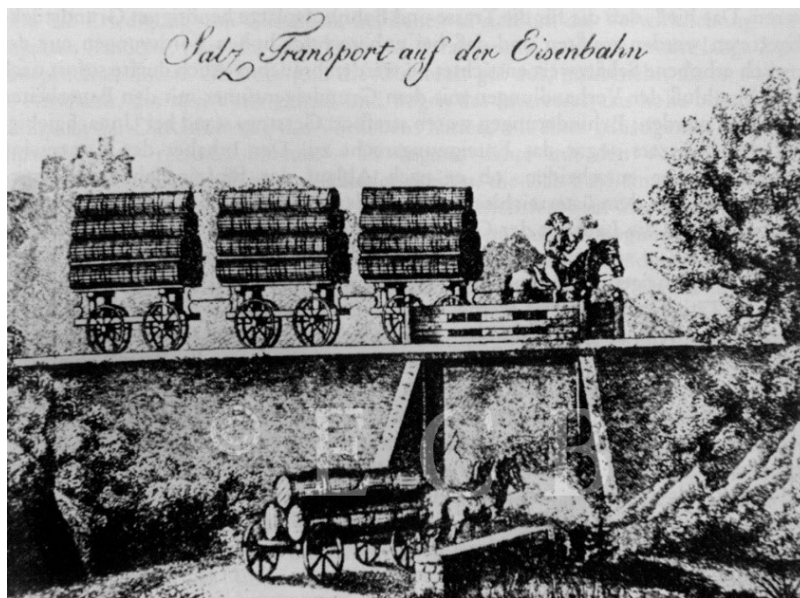
Na začátku mé práce se nachází teoretická část, která je zaměřena na historický vývoj kolejových posunovacích zařízení. Již na přelomu 18. a 19. století se začaly budovat první koněspřežné dráhy, které několikanásobně zrychlily přepravu surovin. Začátkem 19. století se zrodily první parní lokomotivy, jež postupně nahradily koňská spřežení. Ve vývoji parních lokomotiv byly největším problémem rozjezdy, před kterými bylo nutné kotel pracně roztápět. Z tohoto důvodů byly nahrazeny dieselovými lokomotivami. Dieselové posunovací lokomotivy mají obrovskou tažnou sílu, ale jejich nevýhodou jsou vysoké provozní náklady. Proto se v dnešní době nahrazují moderním posunovacím zařízeními. Jsou to zejména lanová posunovací zařízení a akumulátorové posunovací lokomotivy, které jsou šetrné k životnímu prostředí a mají minimální provozní náklady. Závěr teoretické části tvoří návrhy variant napínání lanové kladky.

V praktické části volím dle požadavků jako nejvhodnější řešení přímočarý hydromotor. Po zvolení typu hydromotoru jsou dle katalogu navrženy jeho rozměry tak, aby splňovaly zadané a vypočtené podmínky. Aby byl obvod kompletní, zvolil jsem také hydrogenerátor, který bude do obvodu dodávat hydraulickou energii. Hydrogenerátor bude poháněn zvoleným elektromotorem s dostatečným výkonem pro jeho práci. Další část je věnována výkresové dokumentaci zvoleného přímočarého hydromotoru. V závěru praktické části se nachází návod na obsluhu a údržbu zařízení.

2. Historie posunovací kolejové dopravy

2.1 Koněspřežné dráhy

Koněspřežní železnice (viz. Obr. 1) České Budějovice – Linec, vystavěná začátkem 19. století, byla nejstarší železnicí na evropském kontinentě. Doprava zboží byla zahájena 1. 8. 1832. Délka trasy z Českých Budějovic do Lince měřila cca 129km a spojovala české země s Horním Rakouskem. V roce 1836 byla rozšířená až do rakouského Gmundenu. Pravidelný provoz na trati probíhal čtyřicet let. Význam této železnice tkví především v tom, že se způsobem výstavby, novými principy i organizací práce a intenzitou provozu stala přímou předchůdkyní moderních železnic. Koněspřežní železnice znamenala pro tehdejší dobu významný pokrok. Náklad většinou tvořily sudy se solí, ale přepravovalo se také uhlí, stavební kámen, dřevo i jiné zboží. Na trase z Českých Budějovic do Lince bylo postaveno celkem pět přepřahacích stanic. Kůň jezdil denně po jednom úseku a večer se vracel do stáje, ze které vyjel. Z toho důvodu byly nedílnou součástí přepřahacích stanic strážní budovy, skladiště, zázemí pro personál i pro koně, zásobárny krmení a stáje až pro 100 koní [2].

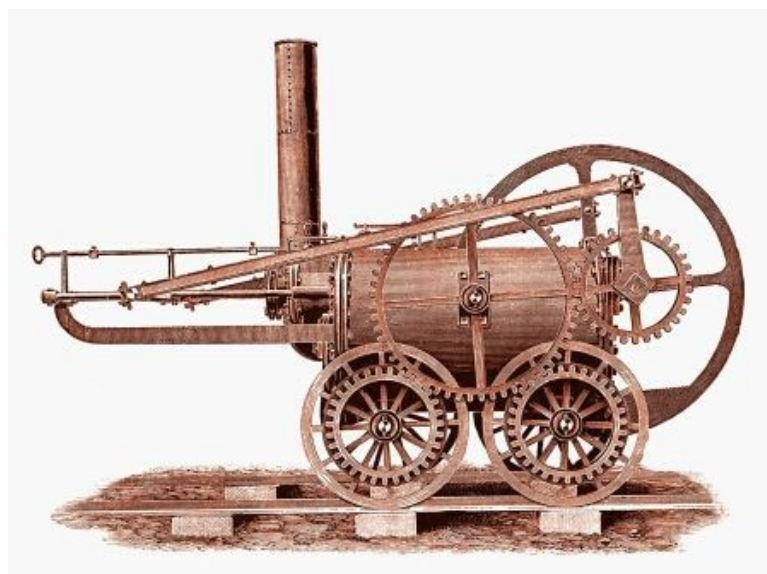


Obr. 1 Koněspřežná dráha [7]

2.2 Parní lokomotivy

2.2.1 První parní lokomotiva

V roce 1804 vynálezce Richard Trevithick zkonstruoval první parní lokomotivu (viz. Obr. 2), která vůbec poprvé v historii táhla vagóny po kolejích. Ačkoliv se jízda neobešla bez komplikací, protože se kolejnice pod vahou vlaku zbortily, nezůstal tento pokus bez povšimnutí. Mnoho majitelů dolů začalo jevit zájem o tento stroj a postupně jím vyměňovat koně [4].



Obr. 2 Trevithickův parní stroj [8]

2.2.2 Výroba parních lokomotiv na našem území

Výroba parních lokomotiv na našem území začala až počátkem 20. století. Do té doby se u nás objevovaly jen lokomotivy ze zahraničí. Prvním podnikem, který se u nás začal zabývat výrobou parních lokomotiv, byla pražská strojírna známá jako ČKD Praha. Největší slávy dosáhla plzeňská Škodovka, která odstartovala výrobu parních lokomotiv v roce 1920. Roku 1925 se v těchto závodech zrodila známá lokomotiva řady 387.0, také označovaná jako „Mikado“ (viz. Obr. 3), která získala mnoho mezinárodních ocenění [19].



Obr. 3 Parní lokomotiva „Mikado“ [9]

Do začátku druhé světové války ČKD a Škodovka vyráběly několik typů parních lokomotiv, kde výroba každé lokomotivy zabrala přibližně 100 dnů práce. Pokles nastal během války, kdy se v českých strojárnách vyráběly stroje hlavně pro potřeby války a k parním lokomotivám se navrátilo až po jejím konci. Po druhé světové válce byla v plzeňské Škodovce vyrobena nejznámější rychlíková parní lokomotiva řady 498.0, známá jako „Albatros“ (viz. Obr. 4), která dobyla naše železnice a její éra skončila až v roce 1984 [3].

Parní lokomotivy sestrojené v českých závodech znal celý svět a byly to právě parní lokomotivy, které proslavily plzeňskou Škodovku. Výroba parních lokomotiv v plzeňské Škodovce probíhala až do roku 1958. Ve strojárnách ČKD Praha se vyrábělo až do roku 1960 [15].



Obr. 4 Parní lokomotiva „Albatros“ [10]

2.3 Diesellové lokomotivy

Diesellová lokomotiva (viz. Obr. 5) je jedním z nejobvyklejších trakčních vozidel na současné železnici, které je poháněno diesellovým motorem. Diesellová lokomotiva nahradila dříve převažující parní lokomotivu, a to zejména na méně frekventovaných tratích, kde zatím neproběhla elektrifikace [5].

Výhody:

- obrovský tažný výkon
- jsou nezávislé na elektrické soustavě

Nevýhody:

- vysoké provozní náklady



Obr. 5 Diesellová lokomotiva řady [11]

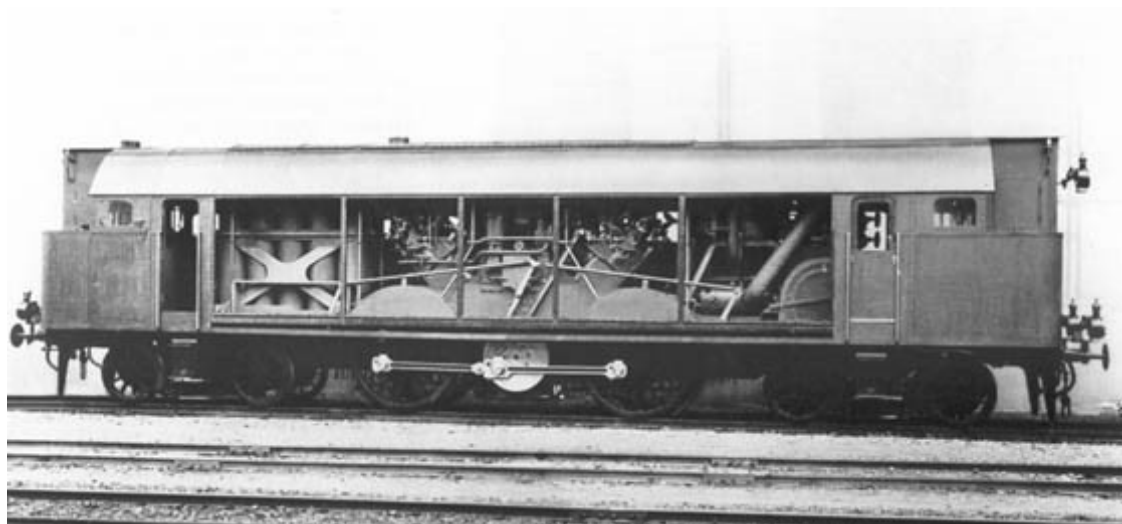
2.3.1 První diesellová lokomotiva

Prototyp lokomotivy (viz. Obr. 6) vznikl na objednávku pruského ministerstva železnic z 16. dubna 1909. Pánové Rudolf Diesel, Adolf Klose a bratři Sulzerové, kteří založili Gesellschaft für Thermolokomotiven a Diesel-Klose-Sulzer tvrdili, že jsou schopni sestrojít lokomotivu, která nebude poháněna parním pohonem. Rudolf Diesel zkonstruoval roku 1897 vysokotlaký spalovací pístový motor se samočinným zážehem, který dnes známe pod názvem Dieselův motor. Motor pracoval na tekuté těžké palivo (hnací olej, naftu). Jeho největším kladem bylo využití tepelné energie dvakrát účinněji, než měl v té době nejlepší parní stroj [13].

Dieselovy motory poháněly lodě a odtud byl jen malý krok k myšlence, že by mohly být stejně úspěšné na kolejích. Všechna zlepšení Adolfa Klose se týkala parních lokomotiv, a proto působil v novém týmu jako odborník na železniční dopravu. Bratři Sulzerové měli k dispozici kapitál i odpovídající podnik, v němž dosud vyráběli hasičské stříkačky, pumpy nebo textilní zařízení. Firma měla tradici od 30. let 19. století, švýcarskou dokonalost a smysl pro detail a také dostatečný volný kapitál, který umožňoval provádět doposud nevyzkoušené pokusy [13].

Bratři Sulzerové spolupracovali s Rudolfem Dieselem už od roku 1898 a umožnili, aby vznikl motor, který byl nazván Sulzer-Dieselovým. Aby dodrželi smlouvu s pruskými železnicemi, jejich podnik ve Winterthuru spojil s berlínským Borsigem, který už od roku 1840 vyráběl parní lokomotivy. Do roku 1902 jich vyrobili tisícovku. Borsig tedy dodával všechno kromě pohonné jednotky, která byla dílem Dieselovým a prací firmy Bratři Sulzerových [12].

Stroj vážil skoro 100 tun při délce 17 metrů. Dieselová lokomotiva byla vyzkoušená v okolí Winterthuru. Při testovací jízdě nastaly problémy s chlazením. Další zkoušky proběhly až od března příštího roku. 31. března 1913 se stroj vydal po kolejích do Berlína, kam dorazil 4. dubna [12].



Obr. 6 Diesel-Klose-Sulzer-Thermolokomotive [12]

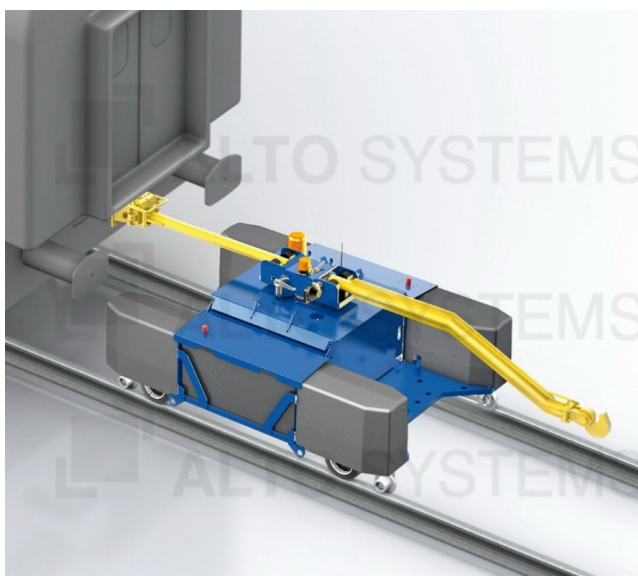
2.4 Moderní posunovací zařízení

Moderní posunovací zařízení urychlují manipulaci s železničními vagóny při nakládce a vykládce surovin. Hlavní výhodou jsou nízké provozní náklady.

2.4.1 Hnací kolejová zařízení

Hnací kolejové zařízení jsou určeny k posunu a manipulaci s vagóny na vlečkách průmyslových podniků [1].

Posunovací zařízení E - MAXI



Obr. 7 Posunovací zařízení E – MAXI [14]

Jedná se o dvoucestné posunovací zařízení s elektrickým pohonem a tažnou silou do 200 t. Zákazník si může vybavit zařízení dle svých požadavků. Jde o jeden z nejekonomičtějších a nejekologičtějších způsobů posunu jakýchkoliv kolejových vozidel. Veškeré posunovací práce se provádí pouze s jedním zaměstnancem a není potřeba posunovače [14].

Základní popis:

Posunovací zařízení E – MAXI (viz. Obr. 7) je určeno k posunu kolejových vozidel a může být použito i pro posun kolových vozidel. Hlavní předností tohoto zařízení je možnost jízdy po kolejích i zpevněných cestách, což umožňuje přejetí z jedné koleje na druhou bez nutnosti použití výhybek. Ovládání zařízení je prováděno pomocí joystickového ovládání. Rychlost jízdy a posunu je možné volit ve dvou režimech, buď 0 – 3 km/h pro jemnou a citlivou manipulaci, nebo 0 – 10 km/h pro jízdu na delší vzdálenosti. E – MAXI je vybaveno dvěma bateriemi, se kterými je schopno provozu až 12 hodin. Baterie lze nabíjet dvěma způsoby, buď pomocí stacionární nabíječky, která je umístěna někde v hale, nebo může zařízení být vybaveno integrovanou nabíječkou a s možností připojení do sítě. Doba nabíjení je zhruba 8 hodin. V případě nutnosti 24 hodinového provozu může být součástí dodávky druhá sada baterií. Každé ze čtyř pojezdových kol je vybaveno vlastním elektrickým motorem o výkonu 5 kW, je otočné o 135° a vybavené brzdou. Díky dvěma řídicím systémům (diagonální a kruhový), se se zařízením na zpevněných cestách lehce manipuluje a lze ho otočit na místě. Tažná síla se za nepříznivých klimatických podmínek snižuje jen nepatrně a zařízení dokáže projet i ostrými oblouky o poloměru 20 m s velkou tažnou silou [14].

Výhody:

- Provoz bez emisí.
- Možnost otočení na místě díky řízení všech kol.
- Vysoká manévrovací schopnost.
- Vysoká tažná síla díky plné trakční hmotnosti na všech kolech.
- Nenáročné zařízení na údržbu a vysoká odolnost proti opotřebení.
- Velké množství volitelného příslušenství.
- Posunovací zařízení není drážním vozidlem, ale technologickým zařízením.

Hnací vozidlo 3-osé - A 314



Obr. 8 Hnací kolejové vozidlo A 314 [1]

Základní popis:

Vozidlo (viz. Obr. 8) je přestavbou dieselové lokomotivy řady 710 (původní označení T334) z produkce ČKD, kdy z původního stroje je zachován pouze vlastní rám a pojezd. Veškeré ostatní části tahače jsou řešeny jako novostavba. Vozidlo je opatřeno narážecím a spřahovacím ústrojím, (lze doplnit také o pneumaticky ovládané automatické spřáhlo - není nutná přítomnost posunovače při spojení lokomotivy s vagónem nebo se soupravou vozů). Vozidlo lze ovládat také pomocí dálkového ovládání, přičemž pak není vyžadována při provozu neustálá přítomnost obsluhy v kabině. Tažná síla je do 1000 t [1].

Pohon:

Vozidlo lze pohánět dvěma druhy pohonu: elektrický z trakčních akumulátorů a diesel-elektrický. K pohonu slouží vždy asynchronní elektromotor. U trakčních akumulátorů se při brždění soupravy využívá rekuperace energie [1].

Výhody:

- ekologie provozu
- velmi výrazné snížení provozních nákladů
- nízká hlučnost
- snadná obsluha
- příznivá pořizovací cena

Posunovací zařízení WRG



Obr. 9 Posunovací zařízení WRG [14]

Základní popis:

Vysokozdvíhový vozík slouží jako pohon posunovacího zařízení (viz. Obr. 9). Hnací kola vysokozdvížného vozíku přenášejí sílu na čtyři pohonné válce – srovnatelné se zkušební stanicí brzd. Z válců se pohon přenáší pomocí řetězů na pogumovaná kola s nákolkem. Vysoké tažné síly je dosaženo díky třecí ploše pryž / ocel a převodovému poměru 1:5. Hnací a pojezdové válce jsou uspořádány tak, že diferenciál vysokozdvížného vozíku umožňuje projíždění malých zatáček a výhybek. Tažná síla je do 600 t [14].

Průběh posuvu:

Vysokozdvíhový vozík přiveze přístroj pro posun vagónů na místo nasazení a usadí jej na vodorovném úseku kolejí na koleji. Najížděcí rampy se sklopí dolů a vysokozdvíhový vozík najede po rampách do požadované pozice. Rampy se zvednou nahoru a vysokozdvíhový vozík se zajistí. Tažným hákem se přístroj pro posun vagónů spojí s vagónem. Připojená zátěž je snadno posunována, tažena a brzděna [14].

2.4.2 Lanová posunovací zařízení

Lanová posunovací zařízení jsou zařízení s uzavřeným lanovým okruhem, která jsou pevně uložena v kolejišti vleček průmyslových podniků. Slouží k posuvu se železničními vagony při nakládce a vykládce surovin. K zachycení vagónů slouží jeden ze tří pojezdových mechanismů dle místních podmínek - LTV-PV, LTV-NV, PZ 15 [1].

Aby nedošlo k prokluzu mezi kladkou a lanem a došlo k přenosu tažné síly, je nutné lano požadovaně napínat. Důvodem napínání lana je pružné prodloužení břemenem, tepelná roztažnost a únava materiálu.

Ovládání:

Obsluha lanových posunovacích zařízení je realizována z místní skříňky u kolejiště, z ovládacího pultu v řídicí místnosti, nebo pomocí dálkového ovládání.

V případě potřeby lze některé typy těchto lanových posunovacích zařízení automatizovat s využitím soustavy čidel a řídicího systému [1].

Pohon:

K pohonu lanových posunovacích zařízení se využívají elektromotory o výkonu do 30 kW [1].

Lanové posunovací zařízení PZ 15

Lanové posunovací zařízení PZ 15 (viz. Obr. 10) určeno k přesné manipulaci s železničními vozy na průjezdných i kusých kolejích závodových vleček. Zařízení je schopno zcela nahradit v daném manipulačním prostoru ekonomicky náročný provoz lokomotivy. Nemalým přínosem je taktéž zvýšení bezpečnosti pracovníků posunu, zvýšení komfortu obsluhy a úspora manipulačního času. Zařízení je schopno dle místních podmínek uvést do pohybu a ubrzdit soupravu vozů o celkové hmotnosti až 480 t v obou směrech [6].

Základní popis:

PZ 15 se skládá ze základních celků - poháněcí stanice, vratné stanice a kočky s ramenem a čepem, tažené po pojezdové drážce vně kolejiště pomocí dopravního lana. Tažné rameno kočky lze připojit speciálně čepem k bočnímu háku vagónu v soupravě. Součástí je elektrický rozvaděč s řídicím systémem a napínací agregát lana [1].

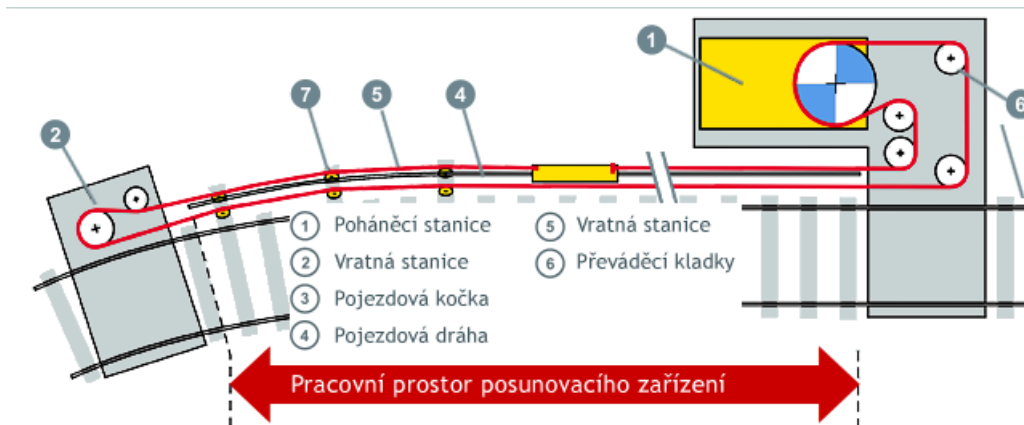


Obr. 10 Lanové posunovací zařízení PZ 15 [1]

Průběh posuvu PZ 15:

(viz. Obr. 11)

1. Posunovací lokomotiva přisune soupravu vozů do oblasti posunovacího zařízení.
2. Obsluha odpojí soupravu od lokomotivy a ta může plnit jiné úkoly.
3. Obsluha si pomocí dálkové radiové soupravy posune pojezdovou kočku pod boční hák jednoho z posunovaných vagónů. Uchopí tažné rameno za držák, zvedne jej, současně mikroposuvem kočky dojede přesně k háku a zapne a zajistí čep na háku.
4. Přesune pomocí lanového posunovacího zařízení jednotlivý vagón, nebo více vagónů na určené místo.
5. Po provedení nakládky či vykládky dopraví obsluha vagóny stejným postupem na místo, kde je převezme posunovací lokomotiva [1].



Obr. 11 Průběh posuvu PZ 15 [1]

Lanové posunovací zařízení LTV-PV

Lanové posunovací zařízení LTV-PV (viz. Obr. 12) je určeno k přesnému posunu a ustavení vagonů a cisteren na železničních vlečkách průmyslových podniků. Toto zařízení je schopno uvést do pohybu a ubrzdit soupravu vozů o celkové hmotnosti až 2000 t [1].

Základní popis:

Lanové posunovací zařízení LTV-PV je tvořeno základními celky - poháněcí stanicí, vratnou stanicí a posunovacím vozíkem, který je tažen po vlastní úzkorozchodné dráze pomocí dopravního lana. Předpětí v tažném laně není konstantní, ale mění se v závislosti na požadované funkci posunovacího vozíku. Součástí je elektrický rozvaděč s řídicím systémem a napínací agregát lana. Vozík v nepracovní poloze podjede pod stojící vozy a při přechodu do polohy pracovní vysune ramena s tlačnými kladkami pro uchopení vozu [6].

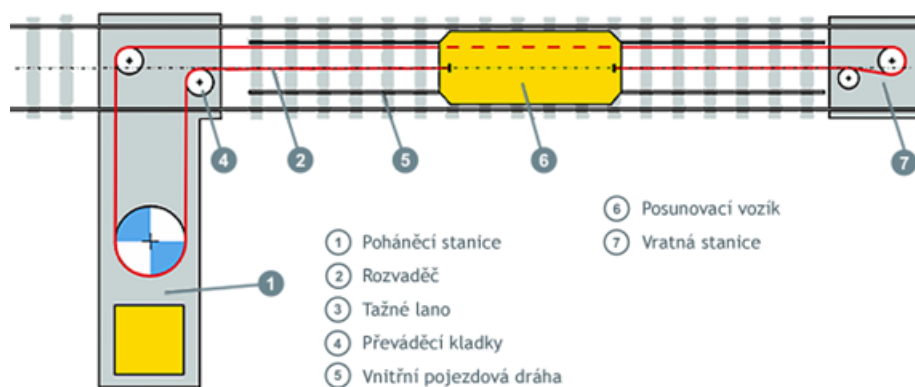


Obr. 12 Lanové posunovací zařízení LTV-PV [1]

Průběh posuvu LTV-PV:

(viz. Obr. 13)

1. Posunovací lokomotiva přisune soupravu vozů do oblasti posunovacího zařízení.
2. Obsluha odpojí soupravu od lokomotivy a ta může plnit jiné úkoly.
3. Obsluha pomocí místní skříňky nebo dálkového ovládání posune posunovací vozík pod dvojkolí vozu a vysune ramena vozíku. Uchopí tak dvojkolí vozu z obou stran.
4. Zařízení přesune jednotlivý vagon nebo více vagonů na určené místo.
5. Po naložení vagonů dopraví obsluha vagony stejným postupem na místo, kde je převezme posunovací lokomotiva [1].



Obr. 13 Průběh posuvu LTV-PV [1]

Lanové posunovací zařízení LTV-NV

Lanové posunovací zařízení LTV-PN (viz. Obr. 14) je určeno k posunu železničních vozů při jejich nakládce a vykládce na kusých kolejích železničních vlečků, na stáčištích kapalných produktů a na terminálech. Je schopno dle místních podmínek uvést do pohybu a ubrzdit soupravu vozů o celkové hmotnosti až 2500 t [1].

Základní popis:

Lanové posunovací zařízení LTV-NV je sestaveno ze základních celků - poháněcí stanice, vratné stanice a posunovacího vozíku, který je tažen po koleji pomocí dopravního lana.

Vozík je na straně spojení se soupravou vybaven standartními vagónovými nárazníky a šroubovým nebo poloautomatickým svěšovacím spřáhlem. Nedílnou součástí je elektrický rozvaděč s řídicím systémem a napínací agregát lana [1].

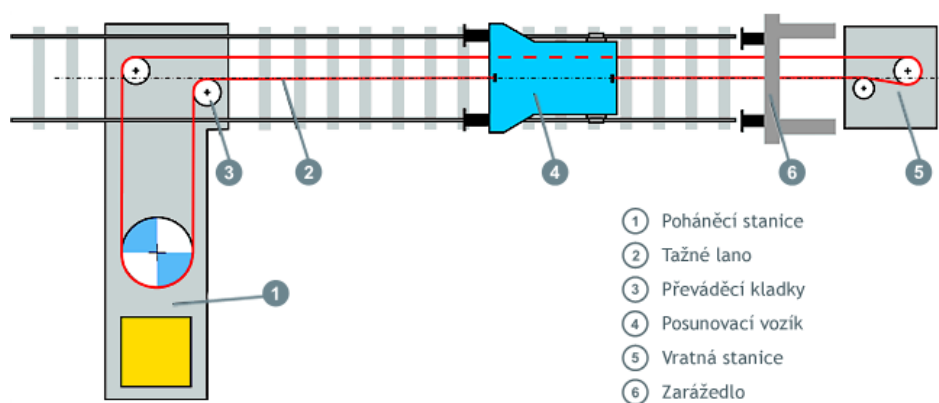


Obr. 14 Lanové posunovací zařízení LTV-NV [1]

Průběh posuvu LTV-NV:

(viz. Obr. 15)

1. Posunovací lokomotiva přisune soupravu vozů do oblasti posunovacího zařízení.
2. Obsluha odpojí soupravu od lokomotivy a ta může plnit jiné úkoly.
3. Obsluha pomocí místní skříňky nebo dálkového ovládání posune posunovací vozík k prvnímu vozu soupravy a následně dojde ke spojení spřáhla vozíku se spřáhlem vagónu.
4. Zařízení přesune jednotlivý vagón nebo více vagónů na určené místo.
5. Po naložení vagónů dopraví obsluha vagóny stejným postupem na místo, kde je převezme posunovací lokomotiva [1].



Obr. 15 Průběh posuvu LTV-NV [1]

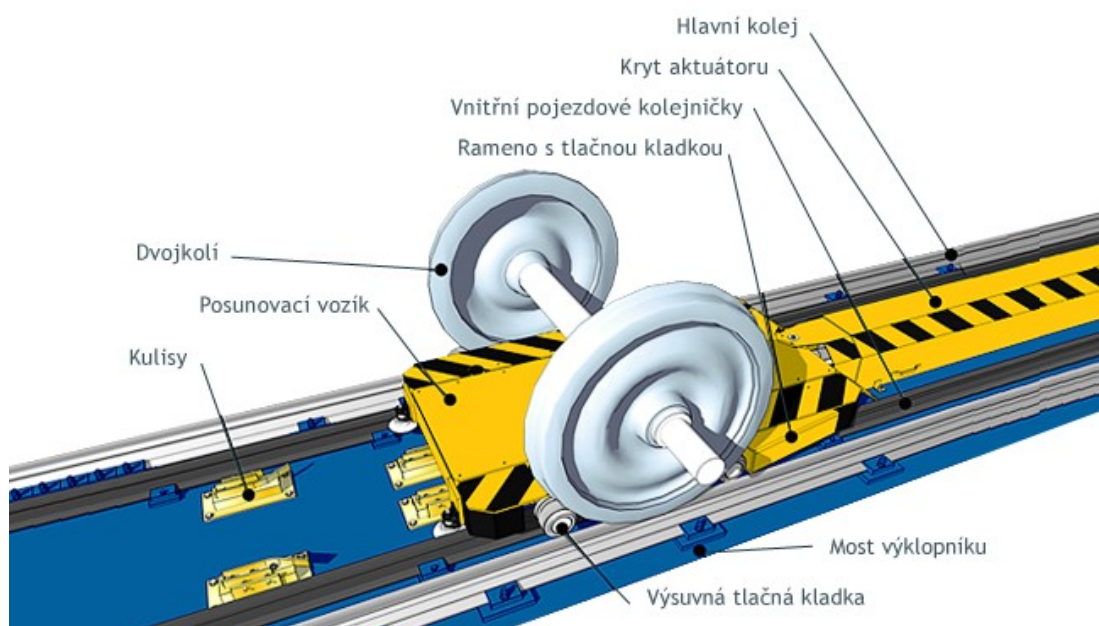
2.4.3 Dynamické manipulátory

Dynamický manipulátor (viz. Obr. 16) byl vyvinut pro rotační výklopníky vagónů k zachycení a zastavení vjíždějících naplněných vagónů, jejich ustavení a po jejich vyklopení k jejich následnému vysunutí. Důležitou podmínkou je dodržení stanovené rychlosti vjíždějících vagónů, kterou může zaručit například lanové posunovací zařízení před výklopníkem [1].

Základní popis:

Hlavními skladebními prvky dynamického manipulátoru jsou posunovací vozík, elektrický aktuátor s pístem, vnitřní kolejničky, kulisy a rozdělovač s řídicím systémem [1].

Posunovací vozík HW1E vychází z konstrukce zařízení LTV-PV a je doplněn o čidla snímající najetí dvojkolí vagónu na zadní tlačná ramena vozíku. Přední válečky vozíku brzdí vtlačený vagón (nebo dvojici vagónů), který je rameny zachycen a následně ustaven vozíkem v určeném místě. Po obrátce bubnu výklopníku s vagónem, jeho vysypání a otočení do původní polohy dochází k dynamickému vysunutí vagónu. Jakmile zařízení HW1E s vagónem dosáhne konce své pojezdové dráhy, najede na kulisy a zasune všechny tlačné kladky, takže kola vagónu mohou volně projíždět a vagón opustí výklopník [1].



Obr. 16 Dynamický manipulátor HW1E [1]

3. Varianty řešení

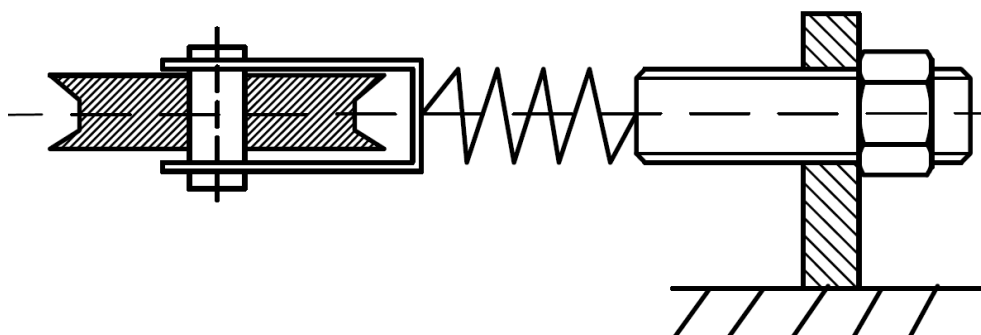
Jednou z podmínek správného chodu lanové kladky je dostatečné předpětí tažného lana. Proto je nezbytnou součástí každého lanového posunovače napínací zařízení. Toto zařízení musí zajistit dostatečně velké předpětí ocelového lana jak za rozběhu posunovacího zařízení, tak při jeho ustáleném chodu. Další důležitou funkcí napínacího zařízení je zamezení prověšení tažného lana mezi jednotlivými kladkami. To může být způsobeno vlivem tíhy taženého břemene, či tíhou samotného posunovacího lana.

3.1 Napínání kladky pružinou

Napínání kladky je zajištěno pomocí pružiny (viz. Obr. 17), která je předejpatá pomocí šroubu. Používá se u menších posunovacích zařízení. Velikost předpětí se nastavuje odhadem.

Výhody: jednoduchá konstrukce

Nevýhody: rozsah pružiny



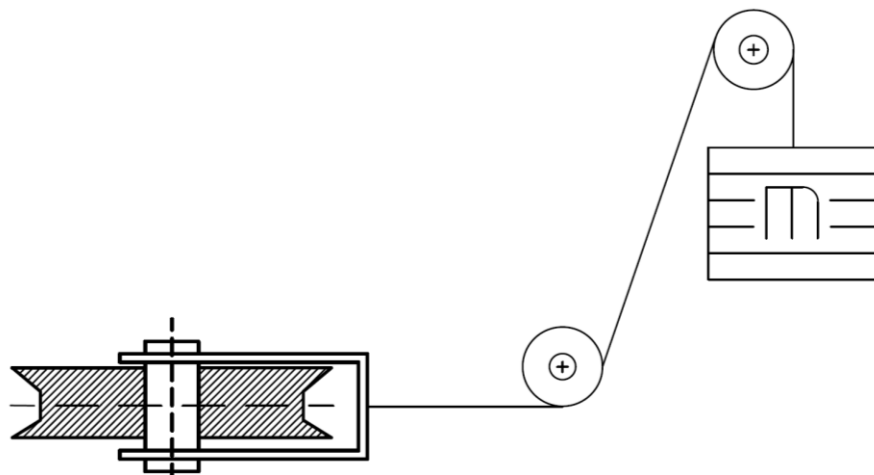
Obr. 17 Náčrtek napínání kladky pružinou

3.2 Napínání kladky protizávažím

Při tomto způsobu napínání se napínací síla vyvozuje přímo (nebo pomocí kladek) samotnou hmotností závaží (viz. Obr. 18). Hmotnost závaží se volí tak, aby napínací síla udržela dostatečné napnutí lanové kladky jak za rozběhu, tak i za chodu.

Výhody: Velkou výhodou tohoto napínacího zařízení je jeho jednoduchost a minimální požadavky na údržbu. Pro samotnou činnost není nutná dodávka energie a nevyžaduje ani řízení.

Nevýhody: Nevýhodou je v případě potřeby větších napínacích sil nutnost použití velkých nosných konstrukcí pro zavěšení závaží.



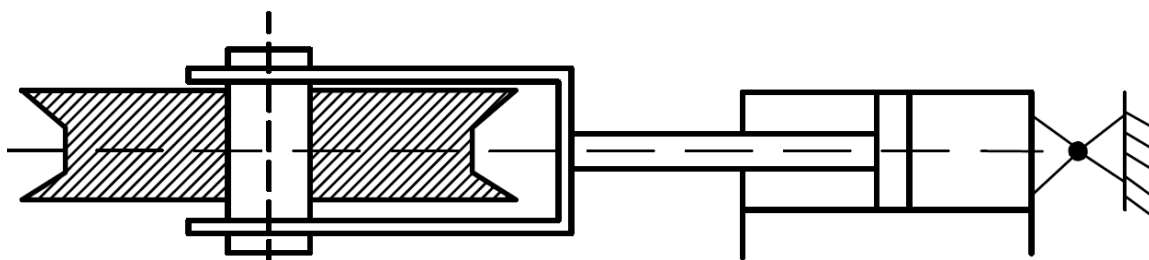
Obr. 18 Náčrtek napínání kladky protizávažím

3.3 Napínání kladky přímočarým hydromotorem

U hydraulických napínacích zařízení se potřebného napnutí lanové klady docílí pomocí přímočarého hydraulického motoru (viz. Obr. 19). Volbou tohoto způsobu napínání lze velmi dobře regulovat velikost napínací síly pro všechny provozní stavy lanového posunovacího zařízení.

Výhody: Dobrá regulovatelnost napínací síly, použití u velkých posunovacích zařízení.

Nevýhody: Nevýhodou je dodávka elektrické energie, vyžaduje údržbu a řízení.



Obr. 19 Náčrtek napínání kladky přímočarým hydromotorem

4. Volba řešení

4.1 Výpočet prodloužení lana

Požadovaná napínací zatížení	$m=13000\text{kg}$
Délka lana	$L_0=500\text{m}$
Průměr lana	$d=30\text{mm}$
Rozdíl teplot	$\Delta t = 70^\circ\text{C}$
Modul pružnosti oceli v tahu	$E= 2,1 \times 10^{11} \text{ Pa}$
Koeficient délkové roztažnosti oceli	$\alpha = 16,3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Mez pružnosti oceli	$\sigma_E = 400\text{MPa}$

Tab. 1 – Potřebné hodnoty

4.1.1 Prodloužení lana vlivem zatížení

Zvolená varianta řešení musí zajistit kompenzaci prodloužení vlivem zatížení a teplotních výkyvů.

Normálové napětí:

$$\sigma = \frac{4 \cdot g \cdot m}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \cdot 9,81 \cdot 13000}{\pi \cdot 0,03^2} = 180418043 \text{ Pa} = 180\text{MPa} \quad (4.1)$$

$\sigma < \sigma_E \rightarrow$ Vidíme, že působící normálové napětí je menší než mez pružnosti oceli $\sigma_E = 400\text{MPa}$, a proto pro výpočet prodloužení lana můžeme použít **Hookův zákon**:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (4.2)$$

kde E je modul pružnosti oceli v tahu a ε je relativní prodloužení lana

$$\varepsilon = \frac{\Delta L_1}{L_0} \quad (4.3)$$

Dosadíme za normálové napětí σ a relativní prodloužení ε do Hookova zákona a vyjádříme prodloužení lana ΔL_1 .

$$\Delta L_1 = \frac{F \cdot L_0}{S \cdot E} \quad (4.4)$$

$$\Delta L_1 = \frac{4 \cdot g \cdot m \cdot L_0}{\pi \cdot d_1^2 \cdot E}$$

$$\Delta L_1 = \frac{4 \cdot 9,81 \cdot 13000 \cdot 500}{\pi \cdot 0,03^2 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 0,43m$$

4.1.2 Prodloužení lana vlivem teplotní roztažnosti

$$\Delta L_2 = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \quad (4.5)$$

$$\Delta L_2 = 500 \cdot 16,3 \cdot 10^{-6} \cdot 70$$

$$\Delta L_2 = 0,57m$$

4.1.3 Celkové prodloužení

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 \quad (4.6)$$

$$\Delta L = 0,43 + 0,57$$

$$\Delta L = 1m = 1000mm$$

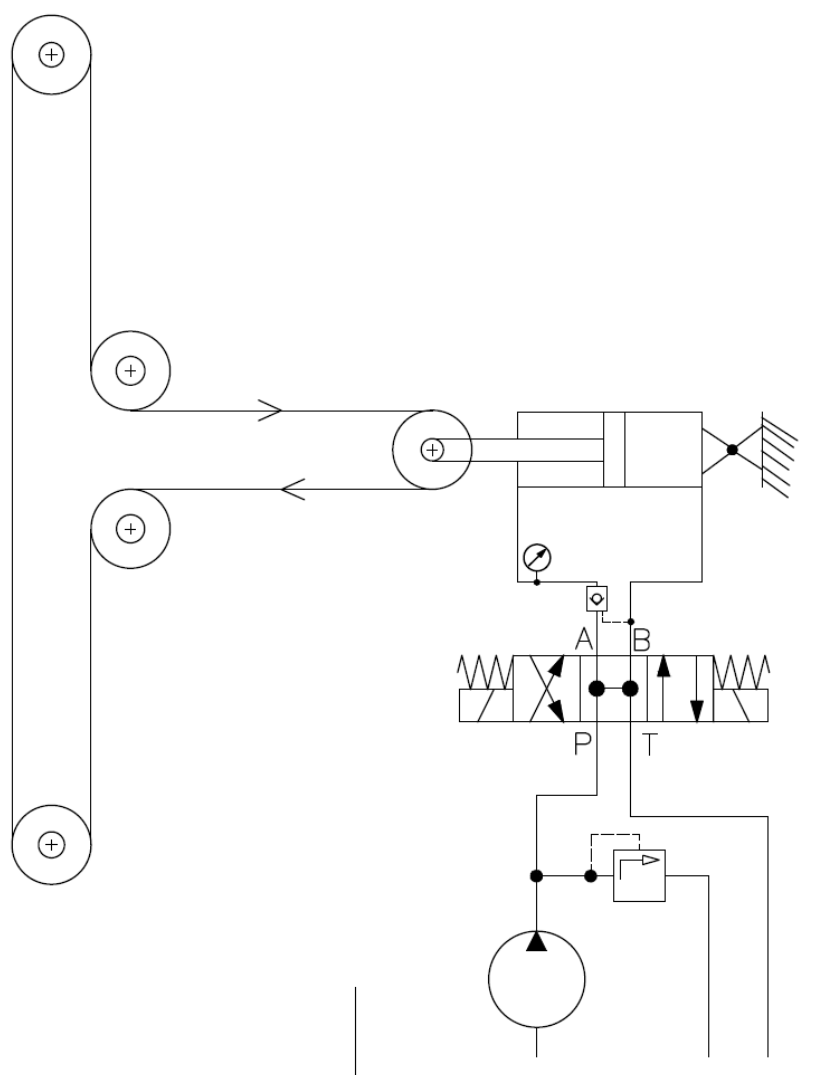
4.2 Tabulka porovnání variant řešení dle požadavků

Požadavky na napínací zařízení	pružina	protizávaží	přímočarý hydromotor
Dostatečné napnutí lana, aby lano neprokluzovalo na poháněcí kladce v době rozběhu a za normálního chodu.	splňuje	splňuje	splňuje
Schopnost udržet sílu v požadovaném rozsahu.	nesplňuje	splňuje	splňuje
Schopnost zabezpečit kompenzaci prodloužení vlivem zatížení a teplotních výkyvů.	nesplňuje	splňuje	splňuje
Prostorová konstrukční náročnost.	splňuje	nesplňuje	splňuje

Tab. 2 – Porovnání variant řešení

Volím přímočarý hydromotor, protože jako jediný splňuje všechny požadavky.

5. Technické výpočty



Obr. 19 Náčrt funkčního schématu

Požadovaná napínací síla $m=13000\text{kg}$ při tlaku $p=15\text{MPa}$

5.1 Přepočet hmotnosti na sílu

$$F = m * g = 13000 * 9,81 = 127530 \text{ N} \quad (5.1)$$

5.2 Výpočet plochy mezikruží přímočarého hydromotoru

Vycházím z rovnice pro tlak, do vzorce jsem přidal mechanicko-tlakovou účinnost.

$$p_1 = \frac{F}{S_{1 \cdot \eta}}$$
$$S_1 = \frac{F}{p_1 \cdot \eta} = \frac{127530}{15\,000\,000 \cdot 0,95} = 0,00895 \, m^2 \quad (5.2)$$

5.3 Volba přímočarého hydromotoru

Volím přímočarý hydromotor, který bude mít přibližně stejnou plochu mezikruží s vypočtenou plochou. Volím přímočarý hydromotor firmy Hydraulics **ZH1-125/63-1500-R** [16].

5.4 Skutečná plocha mezikruží

$$S_{1SK} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 12271,85 - 3117,25 = 9154,6 \, mm^2 = 0,00915 \, mm^2 \quad (5.3)$$

5.5 Skutečný tlak na mezikruží

$$p_{1SK} = \frac{F}{S_{1SK} \cdot \eta} = \frac{127530}{0,00915 \cdot 0,95} = 14671268 \, Pa = 14,67 \, MPa \quad (5.4)$$

5.6 Kontrola přímočarého hydromotoru

Každý PČH vyrobený ve společnosti Hydraulics je ověřen před odesláním k zákazníkovi výstupní kontrolou. Ta je členěna do několika stupňů:

- kontrola vizuální
- kontrola zástavbových a připojovacích rozměrů
- kontrola vnější těsnosti (provádí se na zkušebním standu tlakovým minerálním olejem HM32)

Metodika kontroly vychází z ČSN 11 9008

ČSN 11 9372

ČSN 11 9373, resp. ISO 10 100

Zvolený PČH typu **ZH1** bude namáhán v tahu. Pracovní tlak nepřesáhne hodnotu 15MPa. Výrobce uvádí, že tento typ hydromotoru testuje pod tlakem 25MPa. Z toho vyplývá, že námi zvolený PČH je značně předimenzován [16].

5.7 Návrh elektromotoru a hydrogenerátoru

Předpokládána rychlost zasouvání pístnice je $v = 0,015 \text{ ms}^{-1}$, tlak na pojistném ventilu je nastaven na 18MPa.

Vycházím z rovnice kontinuity [20].

$$Q_G = S_{1SK} \cdot v = 0,00915 \cdot 0,015 = 0,00013725 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \quad (5.5)$$

$$P = Q_G \cdot p_{pv} = 0,00013725 \cdot 18 \times 10^6 = 2471 \text{ W} \quad (5.6)$$

Z důvodů klimatických změn, či dlouho trvající odstávky hydraulického agregátu, může dojít k zatuhnutí kapaliny, proto volím předimenzovaný elektromotor firmy AC Motoren FCPA 112M-4/HE: $P = 4 \text{ KW}$, $n = 1450 \text{ min}^{-1}$ [17].

$$V_g = \frac{Q_G}{n/60} = \frac{0,00013725}{1450/60} = 5,68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 5,68 \text{ cm}^3 \quad (5.7)$$

Volím hydrogenerátor firmy Marzocchi ALP2-D-10 [18].

$$V_{gSK} = 7 \text{ cm}^3$$

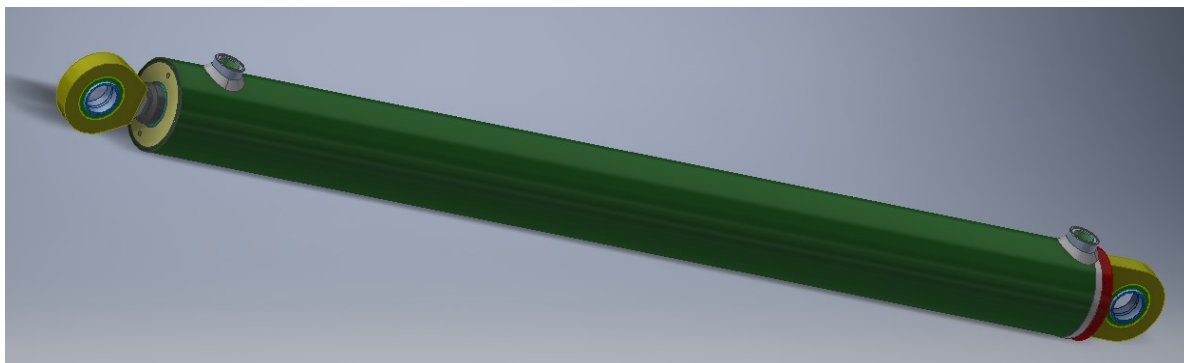
5.8 Výpočet skutečného průtoku a rychlosti

$$Q_{GSK} = V_{gSK} \cdot n \cdot \eta = 7 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{1450}{60}\right) \cdot 0,95 \quad (5.8)$$

$$Q_{GSK} = 0,00016 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 9,6 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$$

$$v_{SK} = \frac{Q_{GSK}}{S_{1SK}} = \frac{0,00016}{0,00915} = 0,017 \text{ ms}^{-1} \quad (5.9)$$

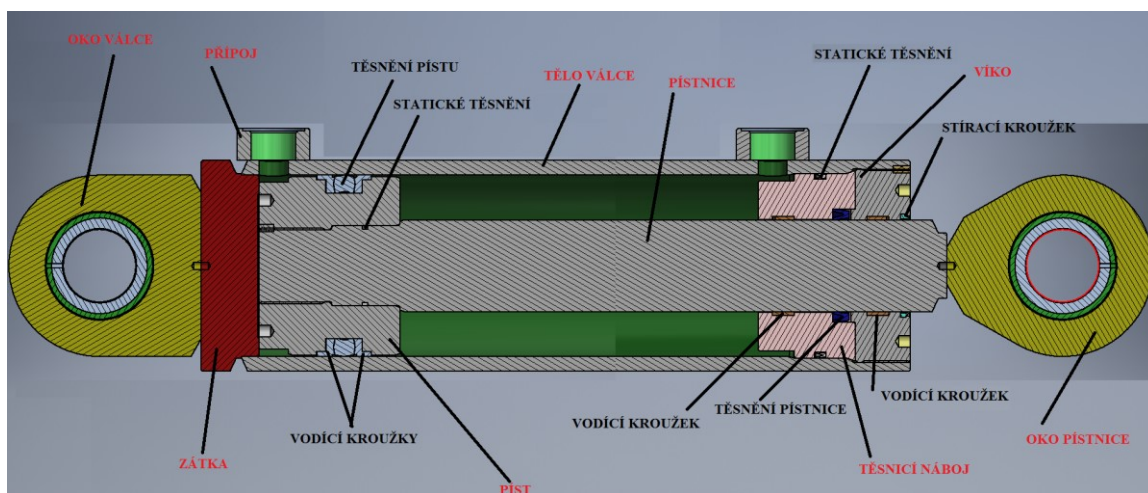
6. Výrobní dokumentace hydraulického válce



Obr. 20 Přímochařý hydromotor typu ZH1

6.1 Technický popis

Přímochařý hydromotor ZH1 (viz. Obr. 20,21) je prvek, který přeměňuje tlakovou energii na energii mechanickou – axiální sílu pístní tyče v obou směrech. Svou konstrukcí nevyžadují zvláštní požadavky na obsluhu a údržbu. Pro bezvadnou a bezpečnou funkci je nutno řídit se provozními a technickými podmínkami. Hydromotor ZH1 je sestaven z trubky s přesně opracovaným vnitřním průměrem v toleranci H8. Na ní jsou navařeny připojovací hrdla pro vstup tlakového oleje s vnitřním závitem a zátka společně s pevným okem válce. Oko válce i oko pístní tyče je standardně osazeno kloubovým ložiskem. Víko pro vedení pístní tyče spolu s těsnícími prvky je našroubováno do trubky pláště válce. Na broušené – leštěné a chromované pístní tyči rozměrové tolerance f7 je z jedné strany navařeno závěsné oko, druhý konec tyče je osazen pístem [16].



Obr. 21 Popis jednotlivých částí přímochařého hydromotoru

7.2 Specifikace prvků

POZ.	NÁZEV PRVKU	TYP	KS	DODAVATEL	TECHNICKÉ ÚDAJE - SEŘÍZENÍ	POZNÁMKA
1a	Nádrž	NG40	1	Interfluid	40 dm ³ , včetně okapové vany	
1b	Stavoznak	SNA127 B-S-T-12	1	Stauff		
2	Krycí víko agregátu	dle výkresu 3-HI 16010	1	Interfluid		
3	Elektromotor	FCPA 112M-4/HE	1	AC Motoren	4 kW, 400 VAC, 1450 min ⁻¹ , IMB5	
4	Příruba	HL9L	1	Hydrapp		
5	Spojka	HE20	1	Hydrapp		
6	Hydrogenerátor	ALP2-D-10	1	Marzocchi	7 cm ³ , 10 l/min	
7	Sací koš	STR0502BG1M90P01	1	MP Filtri		
8	Blok s pojistným ventilem	EA06-10-38-1-3-H	1	Brevini	p = 18MPa	DN6
9	Rozvaděč	DSG-01-3C3-D24-N-70	1	Yuken	24VDC, konektor	DN6
10	Přepouštěcí ventil	VPP2-04/MA06-25	1	Argo-Hytos	p = 15MPa	DN6
11	Škrťací ventil	MSW-01-X-50	1	Yuken		DN6
12	Hydraulický zámek	MPA-01-2-4001	1	Yuken		DN6
13	Hladinoměr	TYP03P H1-150 H2-200 zapD	1	VDI Obzor	H1-150mm -> VAROVÁNÍ H2-200mm -> TOTAL STOP	
14	Zpětný filtr	E072-156	1	Argo-Hytos	10 µm	
	Filtrační vložka	V3.0520-56	1	Argo-Hytos	10EX2 200 EXAPOR®MAX 2	
15	Snímač zanesení	DG200-06	1	Argo-Hytos		
16	Ohřívač oleje	440990150	1	Thermis	500 W, 230 VAC	
17	Snímač tlaku	PT3551	1	iFm Electronic	výstup 4-20mA, konektor E11509	
18	Snímač teploty	TA2405	1	iFm Electronic	výstup 4-20mA, konektor E11509	
19	Manometr	63 mm spodní vývod G1/4"	2	Fimet	0-25MPa	
20	Hydraulický válec	125/63-1500	1	Hydraulics	Vstupy G3/8"	
21	Termostat	TH143	1	Apator	24VDC, konektor	

Tab. 3 – Specifikace prvků agregátu

7.3 Popis zařízení

- Stav oleje je hlídán plovákovým hladinoměrem s kontakty *SL1* a *SL2*, ve výškách 150 a 200 mm, měřeno shora od víka. Při poklesu pod spodní hladinu se vypíná elektromotor, aby byl ochráněn hydrogenerátor před chodem na sucho a také, aby byla zajištěna minimální hladina pro zachování ponoření topné spirály.
- Hlídání teploty je zajištěno snímačem teploty *BTI*. Pokud je teplota oleje pod 15°C, topí spirála *EHI*. Pokud není dosaženo této minimální teploty, nelze spustit hydrogenerátor. Pokud se zahřeje olej na minimální teplotu, je možné spínat hydrogenerátor. Maximální teplota je hlídána fixním termostatem *STI*.

- Kontrola zanesení odpadního filtru se provádí pouze opticky. Zanesení se projeví tehdy, pokud ručička ukazatele vstoupí do červeného pole. Vyhodnocení stupně zanesení se smí provádět při pracovní teplotě média.
- Zanesení sacího filtru není možné sledovat na ukazateli znečištění. Tento filtr je vybaven bypassem, který se po zanesení samovolně otevře a umožní oleji vstoupit do sání hydrogenerátoru. Filtr je nutné při každé výměně média vyčistit či vyměnit.
- Hydraulický rozvaděč slouží pro řízení hydraulického válce v závislosti na sepnutí cívek *YV1a*, *YV1b*. Rozvaděč se smí spínat jen po dobu nezbytně nutnou. Při delším sepnutí rozvaděče proudí všechn olej přes pojišťovací ventil a dochází k razantnímu ohřívání hydraulického oleje. Jeho střední poloha umožní oleji volně protékat zpět do nádrže přes odpadní filtr.
- Hydraulický válec je pojištěn proti přetížení ve větvi A přepouštěcím ventilem. Dále je tato větev uzavřena hydraulickým zámkem a také je regulován zpětný tok touto větví pomocí jednosměrného škrťacího ventilu.
- Hydraulický agregát je vybaven dvěma manometry. První je ukazatel hlavního tlaku, druhý ukazuje tlak ve větvi A hydraulického válce.

7.3.1 Volné díly:

Součástí agregátu je nezbytné příslušenství:

- Hydraulický válec bez tlumení koncových poloh.
- Sestava hadic a šroubení pro propojení hydraulického agregátu s hydraulickým válcem.
- Okapová vana pod hydraulický agregát.

7.3.2 Technické parametry:

Pracovní kapalina	minerální olej HM32 (teplota okolí $-30 \div +40$ °C)
Stupeň filtrace oleje	sací hydrogenerátoru: 100 μm Odpadní filtr: 10 μm
Elektromotor MA1	výkon $P = 4,0$ kW otáčky $n = 1450$ ot/min napětí: 400 V/AC frekvence: 50 Hz
Zubový hydrogenerátor HG	dodávané množství: $9,6 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$ maximální tlak: 25 MPa
Pojišťovací ventil - hlavní	nastavitelný rozsah tlaku $6 \div 32$ MPa* nastaveno na: 18 MPa.
Pojistný ventil - mezideskový	nastavitelný rozsah tlaku $6 \div 32$ MPa* nastaveno na 150 MPa.
Pracovní prostředí	venkovní prostředí.

* Nastavitelný tlak je závislý na průtoku ventilem a není konstantní. Manipulace nastavení tlaku bez souhlasu zhotovitele může vést ke ztrátě záruky. Při neodborném zacházení může vést k poškození zařízení.

7.4 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu provede odběratel po ustavení zařízení a doplnění propojovacích vhodných prvků. Po přepravě je nutné zkontrolovat usazení dílů, čistotu a pečlivost smontování potrubí. Tlakovou kapalinu je nutné plnit jen přes filtrační zařízení a přes plnicí zátku.

Pozor!

Za provozu zařízení může hladina klesat při vysunutí pístnice válce. Je nutno kontrolovat, zda při vysunutí pístnice neklesá hladina pod 50 % objemu a případně doplnit olej. Před prvním spuštěním je nutno prověřit krátkým sepnutím směr otáčení elektromotoru při odlehčeném hydrogenerátoru. Olej se musí doplňovat vždy při zasunuté pístnici.

Pozor!

Je-li teplota hydrogenerátoru a kapaliny při rozběhu rozdílná o více než 20 °C, je třeba, aby se zabránilo zadření a hydrogenerátor je potřeba opatrně zahřát několikerým krátkým zapnutím a vypnutím.

Před uvedením do provozu je nutné provést odvzdušnění systému, včetně hydraulického válce. Odvzdušnění celého hydraulického zařízení stroje se provádí v nejvyšším bodě na hydraulických komponentách.

7.5 Provozní podmínky přímočarého hydromotoru

- Přímočarý hydromotor daného typu nevyžaduje zvláštní požadavky na obsluhu a provoz.
- montáž PČH se musí provádět v podmínkách, které vylučují poškození funkčních dílů a zabezpečují ochranu vnitřního prostoru před vniknutím nečistot
- důkladně provést připojení PČH na zdroj tlaku (nebezpečí úniku tlaku oleje) a montáž PČH do systému kinematiky daného zařízení
- pracovní poloha PČH je libovolná, pokud není stanoveno jinak
- radiální zatížení pístní tyče vnější silou, nebo její rotační pohyb během práce jsou nepřípustné
- při provozu dbát na to, aby nedošlo k mechanickému poškození pístní tyče
- hydromotor nesmí být v koncových polohách zatížen vnější silou nebo silami setrvačných hmot odpovídajícím 1,25 násobku jmenovitého tlaku.
- PČH nesmí být vystaven agresivnímu prostředí, které by svými vlastnostmi (agresivitou) překračovalo garantovanou hodnotu odolnosti použité pístní tyče hydromotoru.

7.6 Obsluha, ošetřování a údržba

Pro plnění nádrže lze použít pouze olej uvedený v technických parametrech nebo obdobných vlastností. Nádrž se plní pouze přes filtrační zařízení, přičemž olej musí být filtrován na 10 µm. Stav hladiny oleje se musí pravidelně kontrolovat. Při poklesu pod minimální hladinu je nutné okamžitě doplnit olej.

Pozor!

Hlídat a kontrolovat kvalitu oleje a zanesení filtru. Musí se provádět pravidelné kontroly vyhodnocováním vzorků oleje z hlediska čistoty a opotřebení. První kontrola se provede po 100 hodinách provozu a pak se bude kontrola provádět po každých 500 hodinách provozu zařízení. V závislosti na kontrolách se musí provádět výměny oleje.

Filtrace je zajištěna filtry se stupni filtrace 10 a 60 µm.

Výměnu filtrační vložky je třeba provést:

- po prvních 500 hodinách provozu
- po každé výměně oleje nebo signalizaci zanesení filtru
- jestliže dojde k porušení filtrační vložky (jednou ročně zkontrolovat)

Při zásahu do hydraulického obvodu, nebo zjištění velkého obsahu nečistot je třeba systém prohlédnout.

7.7 Požadavky na obsluhu a údržbu

Osoby, které montují, obsluhují, demontují, nebo udržují výrobky, nesmí být pod vlivem alkoholu, jiných drog nebo léků, které ovlivňují schopnost reakce.

7.7.1 Obsluha zařízení

Pro dozor a obsluhu zařízení je třeba zajistit minimálně jednoho pracovníka pro preventivní prohlídky a běžné údržbářské práce. Pracovník musí být vyučen zámečníkem a odborně zaškolen pro obsluhu a údržbu hydraulických zařízení.

Musí být seznámen s:

- činností hydraulického obvodu dle funkčního schématu zapojení
- základními znalostmi o údržbě hydraulického zařízení
- bezpečnostními předpisy a zásadami o bezpečnosti práce
- funkcí použitých prvků a způsobem jejich ovládání
- návazností funkcí hydrauliky na úkony technologického zařízení

Povinnosti pracovníka obsluhy jsou:

- provádění preventivních prohlídek zařízení
- ovládání prvků při seřizování
- provádění dozoru během provozu
- stanovení požadavků na údržbu zařízení
- vedení deníku o chodu hydraulického zařízení a prováděných opravách

7.7.2 Údržba zařízení

Údržbu zařízení zajistí provozovatel. Mezi hlavní povinnosti patří provádění pravidelných preventivních prohlídek. Při zjištění závady je třeba v co nejkratším termínu uvést zařízení do původního stavu. O všech výměnách olejů, prvků, hadic apod. i o všech zásazích do zařízení je nutno vést provozní deník.

Údržbu provádí zaškolení zámečníci údržby technologického zařízení, seznámení se zabudovaným agregátem a prvky. Veškeré opravy hydraulického zařízení se provádějí po dohodě s obsluhou.

Zařízení musí být před opravou odstaveno z provozu, hydraulický obvod musí být bez tlaku a musí být provedeno opatření proti možnosti spuštění hydrogenerátoru do chodu. Je třeba dodržet příslušné bezpečnostní předpisy.

Po dobu záruky je zakázáno provádět jakékoli úpravy nebo zásahy do zařízení bez písemného souhlasu dodavatele, jinak záruka končí. Doporučujeme ke všem úpravám i po skončení záruky přizvat pracovníky dodavatele. Dále doporučujeme objednat u dodavatele stálý servis zařízení s pravidelnými prohlídkami, nejméně 1x za 6 měsíců.

7.8 Zásady pro dodržování bezpečnosti práce

Při provozu a údržbě zařízení je třeba dodržovat příslušné bezpečnostní předpisy a níže uvedené zásady:

- Obsluhu a údržbu zařízení smí provádět jen osoby k tomu určené.
- Obsluha musí splňovat kvalifikační předpoklady uvedené v bodě 6.1) této zprávy.
- Pracovníci údržby musí splňovat předpoklady uvedené v bodě 6.2) této zprávy.
- Za správné provedení opravy a seřízení po opravě je zodpovědný provádějící pracovník a pracovník obsluhy zařízení.
- Obsluha hydraulického zařízení je povinna provádění oprav a údržby odsouhlasovat se zodpovědným pracovníkem. Souhlas k zahájení oprav a opětovnému provozu zařízení dává zásadně pracovník obsluhy zařízení.
- V prostoru a nejbližším okolí hydraulického agregátu a příslušenství je dovoleno provádět pouze nezbytně nutné svářečské práce při dodržení všech bezpečnostních opatření a předpisů platných pro svařování.
- V prostoru hydraulického agregátu je rovněž zakázáno kouření a manipulace s otevřeným ohněm.
- V prostoru hydraulického agregátu je každý povinen dodržovat všechny všeobecné i specifické bezpečnostní předpisy, platné v závodě uživatele.
- Musí být dbáno o udržování zařízení dle protipožárních opatření platných pro zařízení tohoto druhu.
- Uživatel je povinen shrnout všechny všeobecné i specifické bezpečnostní předpisy a doplnit je souborem bezpečnostních předpisů platných v závodě uživatele. Školení a přezkoušení pracovníků obsluhy a údržby jsou prováděny jedenkrát ročně. Místa, na nichž hrozí nebezpečí úrazu, musí být zřetelně označena (zbarvením, výstražnou tabulí apod.).

- Obsluha hydraulického zařízení je povinná vést deník o předávání služeb, stavu hydraulického zařízení a příslušenství, případně o poruchách včetně údajů, kdo a kdy poruchy odstranil.

8. Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout pohon napínání lan u posunovacího kolejového zařízení. Na začátku teoretické části jsem se zaměřil na historický vývoj kolejových posunovacích zařízení. Ke konci teoretické části jsem navrhl varianty napínání lanové kladky. V praktické části jsem dle požadavků zvolil jako nejvhodnější řešení přímočarý hydromotor, který jako jediný splňoval všechny požadavky. Po zvolení typu hydromotoru jsem navrhl dle katalogu jeho rozměry tak, aby splňoval zadané a vypočtené podmínky. Dále jsem zvolil hydrogenerátor, který bude poháněn zvoleným elektromotorem s dostatečným výkonem. Dalším bodem praktické části bylo vytvoření výkresové dokumentace přímočarého hydromotoru. Na závěr praktické části jsem vypracoval návod na obsluhu a údržbu zařízení.

Literatura

- [1] Kolejové Pohony. [online]. Ostrava: Kolejové pohony, 2013 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.kolejovepohony.cz/>
- [2] Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích. [online]. České Budějovice: NETservis, 2014 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.muzeumcb.cz/navstivte-nas/pobocky/muzeum-konesprezky/>
- [3] BENEŠ, Filip. *VÝVOJ A HISTORIE PARNÍCH LOKOMOTIV NA NAŠEM ÚZEMÍ* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/5440/BP-finalni%20verze%202012.pdf?sequence=1>
- [4] Trains WEB 2.0 [online]. Brno: Karel Hanák, 2005 [cit. 2016-01-31]. Dostupné z: <http://trainsweb.wz.cz/historie.html>
- [5] Diesellová lokomotiva. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Diesellov%C3%A1_lokomotiva
- [6] *Strojírny Bohdalice* [online]. Ostrava: Strojírny Bohdalice, a.s., 2008 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: http://www.strobo.cz/img/down_soubor1106.pdf
- [7] *ENCYKLOPEDIE ČESKÝ BUDĚJOVIC* [online]. České Budějovice: NEBE, ©1998-2016 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://encyklopedie.c-budejovice.cz/clanek/konesprezni-zeleznice>
- [8] *ČESKÉ DRÁHY: Týdeník Českých drah - ŽELEZNIČÁŘ* [online]. Praha: Jana Běhounková, 2014 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: http://www.cd.cz/old/TCD2004/4_10wale.htm
- [9] *Mikádo - parostrojní spolek Louny* [online]. Louny: Mikádo, 2015 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.mikado-spoleklouny.cz/>
- [10] *POSTŘEH* [online]. Praha: Václav Daranský, 2007 [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: <http://www.postreh.com/phprs/view.php?cislocclanku=2007100703>
- [11] Lokomotivy řady 714. Vlaky.net [online]. Praha: Václav Vyskočil, 2008 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/002418-Lokomotivy-rady-714/>

- [12] Prussia & Saxony. *Derbysulzers* [online]. London: Brian Webb, 2011
[cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.derbysulzers.com/prussia.html>
- [13] První dieselová lokomotiva. *Český rozhlas* [online]. Brno: Libor Vykoupil, 2012
[cit. 2016-05-03]. Dostupné z:
http://www.rozhlas.cz/brno/upozornujeme/_zprava/ecce-homo-prvni-dieselova-lokomotiva--1106838
- [14] Posunovací zařízení. *Altosystems* [online]. Plzeň: Altosystems, 2011
[cit. 2016-05-03]. Dostupné z:
http://www.altosystems.cz/catalog/152posunovaci_zarizeni
- [15] Ing. ANTONICKÝ, Stanislav a kolektiv. *Evropské železnice*. 1. Praha: NADAS, 1997. ISBN 31-038-77.
- [16] *HydrauliCS* [online]. Sehradice: HYDRAULICS s.r.o., 2011 [cit. 2016-05-09].
Dostupné z: <http://www.hydraulics.cz/>
- [17] *AC- Motoren* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z:
<http://www.ac-motoren.de/xconfig/upload/files/Datenblaetter/de-en/IE2/4p/112M4-4kW-IE2.pdf>
- [18] *Marzocchipompe* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z:
<http://www.marzocchipompe.com/>
- [19] Ing. KYNCL, Jan a kolektiv. *Historie dopravy na území České republiky*, 1. vyd. Praha: Vladimír Kořínek, 2006. 146 s.
- [20] SIVÁK, V. *Projektování hydraulických systémů*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1990. 333 s. ISBN 80-7078-037-1.

Přílohy

Příloha A – Funkční schéma hydraulického obvodu – BAJ0055-P01

Příloha B – Specifikace prvků – BAJ0055-P02

Příloha C – Výkres: Sestava přímočarého hydromotoru – BAJ0055-S01

Příloha D – Výkres: Svařenec trubky – BAJ0055-S02

Příloha E – Výkres: Svařenec pístnice – BAJ0055-S03

Příloha F – Výkres: Vstup – BAJ0055-D01

Příloha G – Výkres: Oko válce – BAJ0055-D02

Příloha H – Výkres: Oko pístnice – BAJ0055-D03

Příloha I – Výkres: Pístnice – BAJ0055-D04

Příloha J – Výkres: Trubka – BAJ0055-D05

Příloha K – Výkres: Píst – BAJ0055-D06

Příloha L – Výkres: Víko – BAJ0055-D07

Příloha M – Výkres: Těsnicí náboj – BAJ0055-D08

Příloha N – Výkres: Zátka – BAJ0055-D09